



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 41 41 852 A 1

51 Int. Cl. 5:  
F 02 M 61/16  
F 02 B 23/00

21 Aktenzeichen: P 41 41 852.2  
22 Anmeldetag: 18. 12. 91  
43 Offenlegungstag: 17. 9. 92

DE 41 41 852 A 1

30 Innere Priorität: 32 33 31  
15.03.91 DE 41 08 526.4

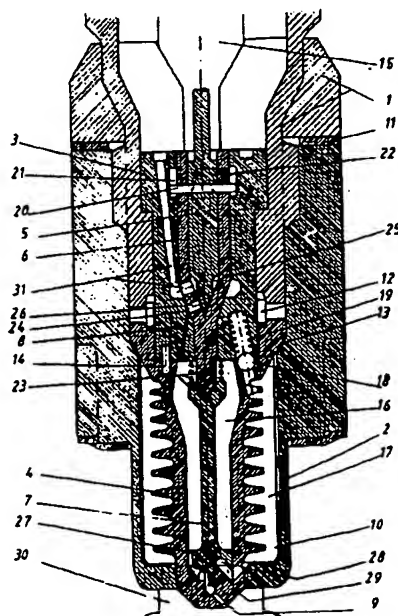
71 Anmelder:  
Saleh, Abdel Halim, Dr.-Ing., 7890 Waldshut, DE

74 Vertreter:  
Weiß, P., Dipl.-Forstwirt Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 7707  
Engen

72 Erfinder:  
Erfinder wird später genannt werden

64 Selbsttätige Verdampferdüse

57 Bei einer Vorrichtung zum Einbringen von insbesondere selbstzündendem Kraftstoff in einen Brennraum einer Ein- oder Mehrzylinderbrennkraftmaschine mittels einer Einspritz- oder Verdampferdüse für dosiert zugeführten Brennstoff, bestehend aus dem Düsengehäuse (1), Abgasspeicherraum (2), Düsenkörper (3), Verdampferkammer (4) und einer Düsennadel, soll die infolge Kraftstoffzufuhr entstehende Hubbewegung des oberen Nadelteils (5, 32) von seinem Sitz über eine Lageführung (22) eine vorgegebene Drehbewegung des mittleren (6) und unteren Nadelteils (7, 33) bewirken.



DE 41 41 852 A 1

# 1 Beschreibung

## Stand der Technik

In der Patentanmeldung WO 89/07 193 wird eine Verdampferdüse beschrieben, in der Kraftstoff über die Dauer eines Kreisprozesses in einer Verdampferkammer hermetisch geschlossen wird, damit er dort verdampft bevor er in dem nächsten Kreisprozeß durch das Öffnen der Ausblaslöcher zum bekannten Einspritzzeitpunkt in den Brennraum ausgeblasen wird. Die dazu notwendige Verdampfungswärme wird einem umhüllenden Abgasspeicherraum entzogen. Dort wurde beschrieben, daß der Abgasspeicherraum von seinem zum Brennraum gerichteten Ventile, gleich nach Erreichen des maximalen Druckes und nach Beginn der Verbrennung am Anfang des Arbeitshubes geschlossen wird. Zu diesem Zeitpunkt befindet sich der Kolben am oberen Totpunkt. Am Ende des Saughubes des nächsten Kreisprozesses, am unteren Totpunkt werden die Abgasspeicherraumventile geöffnet, damit die alten Abgase, nachdem ihr die benötigte Wärme entzogen wurde, zurück zum Brennraum ausströmen und dadurch an der nächsten Verbrennung teilnehmen können. Danach bleiben dann die Abgasspeicherraumventile zum Brennraum bis zum Erreichen des maximalen Druckes im Brennraum am Anfang des nächsten Arbeitshubes offen. Hierdurch wird der Abgasspeicherraum zunächst mit frischer verdichteter Luft und danach mit fettem brennenden Gemisch aus dem Brennraum gefüllt. In der WO 89/07 193 wurde beschrieben, daß die Abgasspeicherraumventile zum Brennraum elektrisch oder mechanisch angetrieben werden können und daß die Ausblaslöcher sowie die Einspritzlöcher von einer mit Doppelkolben versehenen Nadel geschlossen werden können.

Der untere Teil dieser Nadel wurde mit spiralförmigen Nuten versehen, aus denen der Kraftstoff mit hoher Geschwindigkeit zur Verdampferkammer ausströmt und dadurch die Nadel in eine Drehbewegung versetzt wird und die Dampfausblasöffnungen in der Verdampferkammer freigelegt werden. Der Einbau einer diffizilen Drehwegbegrenzung wäre dabei unumgänglich.

In dieser Patentanmeldung wird eine Düse beschrieben, welche ohne Fremdantrieb und nur von der Kraftstoffpumpe gesteuert wird, wobei die oben beschriebenen Aufgaben selbsttätig und in einem festen Bezug zum Kreisprozeß bewältigt werden.

In dieser Düse wird der Kraftstoff erst zum Ende des Saughubes von der Einspritzpumpe unter hohem Druck in die Verdampferdüse befördert und, wie es in bekannten Einspritzpumpen der Fall ist, erst nach 0 bis 20 Grad Kurbelwellenwinkeln nach dem oberen Totpunkt, wie gewohnt, beendet.

Unter der Einwirkung des Kraftstoffdruckes wird die Düsennadel in eine kombinierte Hub- und Drehbewegung versetzt, welche zur Erfüllung der beschriebenen Ventilbewegungen führt. Dazu wird das Abgasspeicherventil während des gesamten Verdichtungsstages offen gehalten, die Dampfausblasöffnungen zu dem bekannten Einspritzzeitpunkt geöffnet und nach einigen Kurbelwellenwinkeln später die Kraftstoff-Einspritzlöcher freigelegt, wobei mehr oder weniger alle Öffnungen wieder am oberen Totpunkt geschlossen werden.

In Fig. 1 ist eine detaillierte Zeichnung der neuen Verdampferdüse. Äußerlich besteht die Düse aus einem Düsengehäuse 1, an dem der Abgasspeicherraum 2 befestigt ist. Beide Teile 1 und 2 schließen durch gegensei-

tiges Verschrauben den Düsenkörper 3, die Verdampferkammer 4 und eine dreiteilige Nadel 5-7 ein. Nicht gezeigt ist der bekannte Rest des Düsengehäuses 1 samt der Druckfeder, welche über eine Halterung auf die Nadelteile 5, 6 und 7 Druck ausübt, und hält dadurch die Kraftstoff-Einspritzöffnungen 8, die Dampf-Ausblasöffnungen 9 und die Abgas-Speicheröffnungen 10 geschlossen. Die Flachdichtung 11, die konische Druckfläche 13, sowie die Druckfläche 12 dichten den Düsinnenraum 15, den Verdampfungsraum 16 und den Abgasspeicherraum 17 gegen gegenseitige Leckage ab, auch nach außen hin. Nur bei höherem Druck der Gase im Abgasspeicherraum 17 als im Verdampfungsraum 16 würde das Verdampferkammerventil 18 gegen seine Druckfeder 19 gepreßt, wodurch ein geringer Anteil der Gase aus dem Abgasspeicherraum 17 in den Verdampfungsraum 16 hineinströmt.

Der obere Nadelteil 5 und der mittlere Nadelteil 6 sind durch einen Mitnehmerstift 20 zusammengeklippt. Die axiale Führung 21 in dem Düsenkörper 3 erlaubt, den Mitnehmerstift 20 samt dem oberen Nadelteil 5 nur in axialer Hubbewegung zu verschieben. Dagegen überträgt die Lageführung 22 in dem mittleren Nadelteil 6 diese axiale Hubbewegung des Mitnehmerstifts 20 in Form einer Drehbewegung an den mittleren Nadelteil 6 weiter. Diese Drehbewegung des mittleren Nadelteils 6 wird über eine Rechteckkopplung direkt an den unteren Nadelteil 7 übertragen.

Durch diese Drehbewegung der Nadelteile 6 und 7 wird das bereits beschriebene Öffnen und Verschließen der Abgasspeicheröffnungen 10 die Dampfausblasöffnungen 9 und die Kraftstoffeinspritzöffnungen 24 durchgeführt. Dieses Öffnen und Verschließen beruht auf einem Drehschieberprinzip.

Die Nadelteile 6 und 7 besitzen gemäß ihrer Funktion als Drehschieber Kanäle bzw. Bohrungen, welche getrennte Räume verbinden.

Innerhalb des mittleren Nadelteils 6 wird durch Abheben des oberen Nadelteils 5 ein Kraftstoff-Ansammelungsraum 25 gebildet, in dem sich flüssiger Kraftstoff ansammelt. Der mittlere Nadelteil 6 besitzt auch Kraftstoff-Ausströmbohrungen 26, welche beim Drehen des mittleren Nadelteils 6 die Kraftstoffeinspritzlöcher 24 freilegt. Erst dann kann der flüssige Kraftstoff aus dem Kraftstoffansammelungsraum 25 über die Kraftstoffausströmbohrungen 26 und die Kraftstoffeinspritzlöcher 24 in den Verdampfungsraum 16 hineinströmen.

Der untere Nadelteil 7 besitzt die Dampfausströmkanäle 27 und die Abgasströmungskanäle 28. Beim Drehen des unteren Nadelteils 7 legen die Dampfausströmkanäle 27 die Dampfausblasöffnungen 9 frei. Erst dann kann Kraftstoffdampf aus dem Verdampfungsraum 16 über die Dampfausströmkanäle 27 und die Dampfausblasöffnungen 9 in den Brennraum 30 ausströmen. Zu einem bestimmten Zeitpunkt, beim Drehen des unteren Nadelteils 7, verbinden die Abgasströmungskanäle 28 die Abgasströmungskanäle 10 — in der Verdampferkammerwand — zum Abgasspeicherraum 17 und die Abgasströmungskanäle 29 zum Brennraum 30 zusammen. Hierdurch können die alten Abgase aus dem Abgasspeicherraum 17 in den Brennraum 30 zurückgeführt werden, oder die verdichtete Frischluft oder das brennende Gasgemisch aus dem Brennraum 30 in den Abgasspeicherraum 17 hineinströmen. Die Zahl der Kanäle 26, 27 und 28 am Umfang der drehenden Nadelteile 6 und 7 bzw. 29 am Umfang der feststehenden Düsenteile 1 und 2 wird unter anderem durch die gewünschte Anzahl von Kreis-

prozessen bestimmt, bei denen die Nadelteile 6 und 7 eine Umdrehung durchlaufen. Dieser Zahl kann beispielsweise zwischen eins und vier Kreisprozesse je Umdrehung gewählt werden.

Die Zeitfolge und Dauer der Freilegung der Kanäle 24, 9, 10 und 29 wird unter anderem durch ihre relative Lage zu den Kanälen 26, 27 und 28 an den drehenden Nadelteilen 6 und 7 bei der Auslegung festgelegt. Die Zeitfolge und Dauer im Bezug zum Motorbetrieb wird im folgenden in den Kurbelwellenwinkeln ausgedrückt, wobei die Kurbelwellenwinkel 0–180 den Saughub darstellen, die Kurbelwellenwinkel 180–360 den Verdichtungs- und die Kurbelwellenwinkel 360–520 den Arbeitshub darstellen.

In Fig. 2 sind als Beispiel die gewünschten Öffnungsgrößen F der Kanäle 24, 9 und 10 gegenüber den Kurbelwellenwinkeln KW zu den in der Patentschrift WO 89/07 193 gewünschten Öffnungszeiten und Dauern auch als Kurbelwellenwinkeln aufgetragen. In diesen Figuren werden gemäß Kurve 1 die Abgasströmungskanäle 10 und 29 durch den Abgasströmungskanal 26 zu dem Zeitraum verbunden, bei dem der Kolben im Zylinder die Kurbelwellenwinkel 185–370 durchläuft, und gemäß Kurve 2 werden die Dampfausblasöffnungen 9 durch die Dampfausströmkanäle 27 zu den entsprechenden Kurbelwellenwinkeln 330–365 freigelegt und gemäß Kurve 3 die Kraftstoffeinspritzkanäle 24 durch die Kraftstoffausströmbohrungen 26 zu den entsprechenden Kurbelwellenwinkeln 340–370 freigelegt.

Diese Bedingungen von Öffnungsgrößen, Öffnungsdauern und Zeitfolgen können nach Aufbau der Art erfüllt werden, wie es in den Fig. 3 und 4 für die Kanäle 9, 10, 29, 27 und 28 und nach Fig. 5 für die Kanäle 24 und 26 gezeigt ist.

In Fig. 3 werden die Kanäle 9, 10, 29, 27 und 28 viermal je Umdrehung des Nadelteils 7 freigelegt und entsprechen vier Kreisprozessen. Dagegen werden in Fig. 4 die Kanäle 9, 10, 29, 27 und 28 nur zweimal je Umdrehung des Nadelteils 7 freigelegt und entsprechen daher zwei Kreisprozessen je Umdrehung des Nadelteils 7. In Fig. 3 und 4 dreht sich der Nadelteil 7 in Richtung des gezeichneten Pfeils. Die Drehbewegung beginnt von dem angegebenen Punkt A1 und endet jeweils in Fig. 3 nach einer Viertelumdrehung und in Fig. 4 nach einer Halbumdrehung, wobei die in Fig. 2 von den Kurven 1 und 2 angegebene Öffnungsgröße, Dauer und Zeitfolge wiedergegeben werden. Hierin entspricht eine Viertelumdrehung in Fig. 3 bzw. eine Halbumdrehung in Fig. 4 je nach Last näherungsweise 190 bis 210 Grad Kurbelwellenwinkel.

In Fig. 5 sind die Kanäle 24 und 26 nach Aufrollen des Umfangs dargestellt. Sie gelten für den Fall, in dem der mittlere Nadelteil 6 vier Kreisprozesse je Umdrehung durchläuft und gilt für die gleiche Düse dargestellt in Fig. 4. Vom Beginn der Drehung in Punkt A1 an, bleibt die Öffnung 24 geschlossen und wird erst bei Punkt A4 von dem Kraftstoffausströmkanal 26 freigelegt. Erst dann beginnt die Kraftstoffeinspritzung. Der Kraftstoffausströmkanal 26 wird in Form und/oder Größe so gestaltet, daß die Kraftstoffeinspritzung bei einem vorgegebenen Kurbelwellenwinkel zum Beispiel bei 370 Grad beendet wird. Zu diesem Kurbelwellenwinkel befindet sich, wie unten gezeigt, der obere Nadelteil 5 im unteren Teil seiner Fallbewegung und schließt am Ende den Kraftstoffansammlungsraum 25.

Die relative Lage der drehenden Nadelteile 6 und 7 zu den feststehenden Teilen 3 und 4 bestimmt die beschriebene Zeitfolge und Dauer der Öffnung der Kanäle 9, 10,

24, 26, 27, 28 und 29, und wird von der Lage des oberen Nadelteils 5 in seinem Hubweg definiert und resultiert, wie bereits beschrieben wurde, aus dem Zusammenwirken des Mitnehmerstifts 20, die axiale Führung 21 und der Form der Lageführung 22. Diese ihrerseits wird von der Kraftstoffpumpe bestimmt, welche einen festen Bezug zur Nockenwelle bzw. zu den Kurbelwellenwinkeln besitzt.

Am Ende des Saughubes steigt der Druck des Kraftstoffes in dem Kraftstoffansammlungsraum 25 in Folge der Verdichtungswirkung der Kraftstoffpumpe über den Öffnungsdruck der Druckfeder hinaus. Der obere Nadelteil 5 wird dadurch angehoben, gleichzeitig fließt Kraftstoff aus den Kraftstoffeintrittskanal 31 in den Kraftstoffansammlungsraum 25. Dieser Vorgang findet solange statt, bis der obere Nadelteil 5 das Ende seines vorgegebenen Hubwegs erreicht hat.

In Fig. 6 ist die notwendige Konturform der Lageführung 22 am mittleren Nadelteil 6 gegen den Umfangswinkel W am mittleren Nadelteil 6 aufgetragen, wobei der Anfangspunkt der Bewegung A1 den Winkel WA gleich Null gesetzt wird. Beim Aufsteigen des oberen Nadelteils 5 um den Betrag H2 drehen sich die Nadelteile 6 und 7 um einen Winkel W2 und am Ende des Aufstiegs des oberen Nadelteils 5 d. h. bis HM drehen sich die Nadelteile 6 und 7 um den Winkel WM. Während des Aufstiegs durchläuft die Kurve die Punkte A2, A3 und A4, bei deren entsprechenden Winkeln W2, W3 und W4 der Reihe nach die Kanäle 29 und 10, 9 und 24, wie bereits beschrieben ist, freigelegt werden. Da die Höhen H auf der Kurve bestimmte Kraftstoffmengen im Kraftstoffansammlungsraum 25 entsprechen, welche nach der Fördereigenschaft der Kraftstoffpumpe bei einem bestimmten Kurbelwellenwinkel erreicht wird, so entsprechen die Punkte A1, A2, A3 und A4 bzw. WA, W2, W3 und W4 festgelegten Kurbelwellenwinkeln. Nach Erreichen von A4, bei dem ein Teil der Fördermenge der Kraftstoffpumpe als Einspritzstrahl aus dem Kraftstoffansammlungsraum 25 ausströmt, entsprechen die Winkel W höheren Werten der Kurbelwellenwinkeln als bereits gezeigt wurde. Nach Erreichen von HM, das obere Ende des Hubwegs, obwohl die Kraftstoffpumpe den Kraftstoff weiter fördert, und die Kurbelwellenwinkel weiter steigen, drehen sich die Nadelteile 6 und 7 nicht. Dieser Zustand bleibt erhalten, bis die Kraftstoffpumpe in diesem Einspritzvorgang keinen Kraftstoff mehr fördert. Dieser Zustand entspricht näherungsweise dem Kurbelwellenwinkelunterschied in der Länge des Einspritzvorgangs zwischen Leerlauf und Vollast. Nach Ablauf dieses Zustandes folgt die Kraftstoffeinspritzung aus dem Kanal 24 nur aufgrund der Wirkung der Druckfeder der Einspritzdüse. Der obere Nadelteil 5 sinkt dabei in den mittleren Nadelteil 6 und führt zum weiteren Drehen der Nadelteile 6 und 7 und schließlich beim Erreichen der Winkel WE2, WE3 und WE4 der Reihe nach zum Schließen der Kanäle 24, 9 und 10.

Nachdem die Kraftstoffeinspritzöffnungen 24 geschlossen wurden, sinkt der obere Nadelteil 5 nur aufgrund der Leckage zum Düsengehäuse oder zurück durch die Kraftstoffeintrittskanäle 31, was nur bei einigen Kraftstoffpumpen der Fall ist. Bei anderen Kraftstoffpumpensystemen wird das Sinken des oberen Nadelteils 5 sehr langsam und muß daher durch eine extra Leckführungsnot abgeleitet werden, welche erst nach dem Schließen der Kraftstoffeinspritzkanäle nur bis kurz vor Erreichen von WE bzw. vor der Höhe Null offengelegt wird.

Das weitere Erreichen der Höhe Null kann dann lang-

sam verlaufen, so daß der obere Nadelteil 3 im nächsten Vorgang bei einem Kurbelwellenwinkel von 180 Grad am Ende des Saughubes in seine Anfangshöhe Null zurückkehrt. Diese Höhe Null muß jedoch nicht das Auf-  
liegen des oberen Nadelteils 3 auf dem konischen Sitz  
im Innern des mittleren Nadelteils 6 bedeuten.

Eine weitere Verbesserung kann gemäß Fig. 6 durch Vergrößerung des Spaltes der Lageführung 22 in unmittelbarer Nähe der Umkehrpunkte, diese sind an den oberen und unteren Enden der Hubwege, wie es in Fig. 6 an den Höhen Null und HM durch den gestrichelt gezeichneten Verlauf angedeutet ist.

Fig. 7 zeigt ein anderes erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel nach dem oben beschriebenen Prinzip der Verdampferdüse. Durch Vereinfachung der Form des Führungskontours 22 zu einer schräg linear verlaufenden Nut wird die Hubbewegung des oberen Nadelteils 5 in einer Hin- und Her-Drehbewegung an den unteren Nadelteil 7 übertragen, wodurch die oben beschriebene Öffnung und Schließung der Öffnungen erzielt werden kann. Hier wurden die obenbeschriebenen Nadelteile 5 und 6 zu einem oberen Nadelteil 5 zusammengebildet.

Es ist zu beachten, daß der Hub des oberen Nadelteils von seinem Sitz aus nicht entlang der Achse der Düse verlaufen muß. Diese Erhebung kann auch senkrecht zur Düsenachse, entlang dem Umfang eines Kreises verlaufen und stimmt daher mit der gewünschten Drehbewegung überein. In den Fig. 8, 10 und 11 sind erfindungsgemäße Ausführungen einer Verdampferdüse samt dem Düsenstock nach diesem Auslegungsprinzip dargestellt. Fig. 9 zeigt einen Schnitt A-A senkrecht zur Achse dieses Düsenstocks.

Ähnlich wie in Fig. 1 besteht der Düsenstock in den Fig. 8 bis 11 aus einem Düsenstockgehäuse 1, an dem der Abgasspeicherraum 2 befestigt ist. Beide Teile 1 und 2 schließen durch gegenseitiges Verschrauben den Düsenkörper 3, die Verdampferkammer 4 und eine zweiteilige Nadel 32-33 ein. Zwischen dem Düsenstockgehäuse 1 und dem unteren Nadelteil 33 ist ein Raum oder ein Spalt 34 vorgesehen, worin sich durch einen Anschluß mit dem Verdampfungsraum 16 ein Gaspolster bildet, welches auf die Nadelteile 32 und 33 Druck ausübt, und hält dadurch die Kraftstoff-Einspritzöffnungen 8, die Dampfausblasöffnungen 9 und die Abgasströmöffnungen 10 geschlossen. Die Flachdichtung 11, die konische Druckfläche 13, sowie die Druckfläche 14 dichten den Düseninnenraum 15, den Verdampfungsraum 16 und den Abgasspeicherraum 17 gegen gegenseitige Leckage ab, auch nach außen hin. Nur bei höherem Druck der Gase im Abgasspeicherraum 17 als im Verdampfungsraum 16 würde das Verdampferkammerventil 18 gegen seine Druckfeder 19 gepreßt, wodurch ein geringer Anteil der Gase aus dem Abgasspeicherraum 17 in den Verdampfungsraum 16 hineinströmt.

In diese Ausführung strömt zu einem bestimmten Zeitpunkt am Beginn des Verdichtungshubs eine je nach Last genau dosierte Menge flüssiger Kraftstoff von einer nicht dargestellten Einspritzpumpe in der Kraftstoffzufuhrkanal 35 ein, und gelangt dann in den Zuleitungskanal 31. Dort übt im Nadelteil 36 eine Druckkraft auf das obere Nadelteil 32 und führt dazu, daß sich das obere Nadelteil 32 von seinem Sitz 36 erhebt, und erlaubt dadurch, daß der Kraftstoff in den Kraftstoffspeicherraum 25 eindringt und sich ansammelt. Hierbei gleitet das obere Nadelteil 32 auf der Führungskontour 22. Diese Führungskontour 22 ist Teil eines Kreises. Außerdem wirken diese Druckkräfte des flüssigen Kraftstoffs auf die Nadelteile 36 gegenseitig und ergeben einen

reinen Drehmoment, welcher das obere Nadelteil 32 in eine Drehbewegung versetzt.

Das Gas in dem Dampfraum 37 leistet auf die Fläche 38 des oberen Nadelteils 32 einen Widerstand gegen diese Drehung und bestimmt daher den Kraftstoffdruck im Kraftstoffspeicherraum 25. Durch die Drehbewegung des oberen Nadelteils 32 wird der untere Nadelteil 33 über die Kopplung 23 auch in Drehbewegung versetzt. Hierdurch wird der Abgasströmungskanal 28 die Abgasspeicheröffnung 10 offenlegen, und ermöglicht die alten Abgase aus dem Abgasspeicherraum 17 in den Brennraum 30 rasch ausströmen zu lassen. Der Gasdruck im Abgasspeicherraum 17 senkt sich dabei bis auf den Gasdruck in dem Zylinder zu diesem Zeitpunkt. Dieser Druck ist erwartungsgemäß geringfügig höher als der Gasdruck in dem Brennraum 30 während des Saughubs.

Die weitere Zufuhr des flüssigen Kraftstoffs in der Düse führt dazu, daß der Kraftstoffspeicherraum 25 immer größer wird und die Nadelteile 32, 33 sich weiterdrehen. Die freigelegte Abgasspeicheröffnung 10 wird, wie dies beim Drehschieberventil der Fall ist, immer größer. Gleichzeitig steigt im Laufe des Verdichtungshubs der Druck der Frischladung im Zylinder. Ein Teil dieser Frischladung strömt in den Abgasspeicherraum 17 ein.

Durch das Drehen des oberen Nadelteils 32 wird der Dampfraum 37 immer kleiner. Aus dem Dampfraum 37 wird daher Kraftstoffdampf über die Dampftweichungslöcher 39 in dem Verdampfungsraum 16 der Verdampferkammer 4 komprimiert, wodurch der Gasdruck in der Verdampferkammer 4 weithinaus über den maximal erreichbaren Druck im Brennraum 30 steigt.

Während des Drehens der Nadeln 32 und 33 wird zu einem bestimmten Kurbelwellenwinkel die Dampfausblasöffnung 9 von dem unteren Nadelteil 33 freigelegt, wodurch der hochkomprimierte Kraftstoffdampf schlagartig aus dem Verdampfungsraum 16 in dem Brennraum 30 ausströmt.

Zu einem bestimmten Kurbelwellenwinkel, kurz nach Beginn des Ausblasens des Dampfes aus dem Verdampfungsraum 16, wird die Kraftstoffeinspritzöffnung 24 freigelegt, wodurch flüssiger Kraftstoff aus dem Kraftstoffspeicherraum 25 in den Verdampfungsraum 16 eingespritzt wird.

Bis zu diesem Kurbelwellenwinkel, bei dem die Kraftstoffeinspritzöffnungen 24 freigelegt werden, wurde der zugeführte flüssige Kraftstoff in dem Kraftstoffspeicherraum 25 nur angesammelt. Der Querschnitt des Kraftstoffspeicherraums 25 ist jedoch konstant ausgelegt und ändert sich nicht während der Drehung des oberen Nadelteils 32. Daher entspricht jede flüssige Kraftstoffzufuhr zur Verdampferdüse, welche nach der Kennlinie der Einspritzpumpe einen festen Bezug zu dem Kurbelwellenwinkel vorweist, ihrerseits einem bestimmten Drehwinkel des oberen Nadelteils 32. Diese Bedingung ist nach Beginn der Einspritzung nicht mehr eingehalten. Vielmehr bleibt der obere Nadelteil 32 dann bis zum Abschluß der Kraftstoffeinspritzung beziehungsweise bis zum Abschluß der Kraftstoffzufuhr stehen, um gleich darauf sich bei dem Zusammenbrechen des Kraftstoffdruckes, welcher wiederum von der Einspritzpumpe getätigt wird, zurückzudrehen, und seinerseits den verbleibenden flüssigen Kraftstoff aus dem Kraftstoffspeicherraum 25 in die Einspritzpumpe zurückzupumpen. Das Zurückpumpen wird von dem hochkomprimierten Gas in dem Dampfraum 37 beziehungsweise in dem Verdampfungsraum 16 bewirkt, wel-

che ihrerseits während des Zurückpumpens entspannt wird, und ein Teil der Abgase in dem Verdampfungsraum 16 über das Abgasrückführungsventil 18 absaugt.

Kurz nach Beginn des Ausblasens des Dampfes, welche im Laufe des Arbeitshubs beendet wird, beginnt die Verbrennung der Gase im Zylinder. Der Druck der Verbrennungsgase steigt und erreicht seinen maximalen Wert kurz nach Ablauf des Verdichtungshubs. Während dieses Druckanstiegs, kurz nach dem Ausblasen des Dampfes in dem Brennraum 30 strömt ein brennendes Gasmisch in dem Abgasspeicherraum 17 ein. Die Strömung der brennenden Gase findet solange statt, bis der Druck im Abgasspeicherraum den Druck im Brennraum erreicht hat. Dieser Zeitpunkt liegt erwartungsgemäß kurz nachdem der Gasdruck im Zylinder seinen obenbeschriebenen maximalen Wert erreicht hat. Zu diesem Zeitpunkt wird, Auslegungsgemäß, die flüssige Kraftstoffzufuhr bereits beendet sein, und die Nadelteile 32 und 33 sich, wie oben erwähnt ist, zurückdrehen. Das Zurückdrehen der Nadelteile 32 und 33 verläuft rasch und schließt dabei der Reihe nach die Kraftstoffeinspritzöffnungen 24, die Dampfausblasöffnungen 9 und die Abgasspeicheröffnung 10 zu und folgt daher die Kurvenverläufe in Fig. 2.

Der Sitz des unteren Nadelteils 40 kann verschiedene Formen, nach dem Prinzip eines Schieberventils, annehmen. Bevorzugte Ausführungsbeispiele hierfür sind in den Fig. 8, 10 und 11 dargestellt.

Das Abgasrückführungsventil 18 kann, wie in den Fig. 2, 7 und 10 gezeigt ist, in der Wand der Verdampferkammer 4 eingebaut werden und schließt somit den Verdampfungsraum 16 direkt mit dem Abgasspeicherraum 17 der, wie in Fig. 8 gezeigt, mit einem Innenraum 41 in dem unteren Nadelteil 33, welche über einem Kanal 42 mit dem Abgasspeicherraum 17 verbunden ist. Im letzteren Fall wird dabei auch der untere Nadelteil 33 von den Abgasen in dem Innenraum 41 erwärmt. Die Zeitfolge des Füllen und Entleerens des Innenraums 41 ist von der relativen Lage des Kanals 42 zur Abgasspeicheröffnung 10 abhängig, und kann so ausgelegt werden, daß der Innenraum 41 nur mit dem geöffneten oder geschlossenen Abgasspeicherraum 17 verbunden wird. Es ist zu beachten, daß die Abgasrückführung und die Nadelerwärmung über einem Innenraum nicht immer erforderlich ist. Der Verzicht auf ihre Einbau, gemäß die Ausführung in Fig. 11, trägt wesentlich zur Vereinfachung der Aufbau des Düsenstocks bei.

Es ist zu beachten, daß der Verdampferdüsenstock wie es in den Fig. 8 bis 11 dargestellt ist, nach Entfernung des Gehäuseteils 1 als Zusatz in bekannten Systemen angewendet werden kann. Bevorzugt wird hier die Anwendung dieses Zusatzes als Ersatz für den bekannten Düsenteil in einem Pumpdüsenystem und ergibt daher eine neuartige Verdampferpumpdüse. Obwohl, diese neuartige Verdampferpumpdüse geringerer Bauhöhe, wesentlich niedrigeren Kraftstoffdrücken und niedrigeren Pumpleistungen benötigt, erlaubt sie größere Spiele zwischen den Bauteilen und daher geringere Reibung. Dadurch, daß die Dauer der flüssigen Kraftstoffzufuhr auf das Mehrfache seines Werts im bekannten Systemen erhöht wurde, und die Anzahl und Masse der beweglichen Teile stark reduziert wurde, wird die Massenträgheit stark reduziert und kann in den hochtourigen Verbrennungsmotoren an Stelle der bekannten Einspritzsysteme eingesetzt werden, wodurch das große Hindernis für die Entwicklung dieser hochtourigen Motoren beseitigt wird. Eine längere Lebensdauer wird auch erwartet. Hier werden auch diese hämmeren-

de Kraft vermieden, welche die Nadel in den bekannten Düsenystemen an dem Nadelsitz beim Schließen am Ende der Einspritzung ausübt. Außerdem werden die Vorteile des in dem Patent Nr. WO 89/07 193 beschriebenen Verfahrens verwirklicht werden.

Es bleibt noch zu erwähnen, daß aufbauend auf die in dieser Anmeldung beschriebenen Grundprinzipien der Vorrichtung, andere Ausführungen gebaut werden können. Es ist zu beachten, daß die beschriebenen Bewegungen der Teile auch in Bezug zueinander zu verstehen sind. Hierdurch läßt sich in Fig. 12 eine Ausführung durch eine Kombination aus den Ausführungen in den Fig. 1 und 7 darstellen. In dieser Ausführung werden nur die mittleren und unteren Nadelteile 6 und 7 in Bewegung gesetzt. Der obere Nadelteil 5 kann daher als ein Teil des Düsenstockgehäuses 1 angesehen werden. Hier wird der Kraftstoffzufuhrkanal 31 den oberen Nadelteil 5 durchbohren, und erst nach einer bestimmten Erhebung des mittleren Nadelteils 6 gegenüber seinem Sitz 36 die Einspritzung beginnen, wobei der mittlere Nadelteil 6 sich nach unten in einer aus einer Hub- und Drehbewegung bestehenden spiralförmigen Bewegung versetzt wird, und dadurch den Anschluß der Kraftstoffeinspritzöffnungen 24 an dem Kraftstoffansammlungsraum 25 freigibt. Der Verlauf der Lageführung 22 in dem oberen Nadelteil 5 kann spiegelbildlich zu der in Fig. 1 oder 7 gebaut werden. Daher wird die unvermeidbare Druckentlastung, des Dampfes in dem Verdampfungsraum 16 der Ausführung in Fig. 7, hier zu der gewünschten Verdichtung des Dampfes in dem Verdampfungsraum 16 beim Ausblasen ausgenutzt. Ähnlich, wie in Fig. 7 der Fall ist, wird hier die axiale Führung 21 nicht erforderlich. Der Mitnehmerstift 20 wird in dem mittleren Nadelteil 6 befestigt. Obwohl diese Ausführung unmittelbar den Ausführungen in den Fig. 1 und 7 folgte, wurde sie der Klarheit halber zuletzt beschrieben.

In Fig. 13 ist eine bevorzugte Ausführung des Verdampferdüsenstockes gezeigt. Sie unterscheidet sich nur geringfügig von der Ausführung in Fig. 12. Hier endet der obere Nadelteil 5 direkt in dem unteren Nadelteil 7 und ist daher dem unteren Nadelteil 33 in Fig. 11 ähnlich, und wird sich nur drehen. Dagegen wird der mittlere Nadelteil 6 von der axialen Führung 21 in der Verdampferkammerwand und über den in dem Nadelteil 6 befestigten Mitnehmerstift 20 nur eine nach unten und zurück gerichtete Hubbewegung erlaubt.

Obwohl in dieser Beschreibung alle Vorgänge der Kraftstoffeinspritzung, Dampfausblasung und Abgasspeicherung nur von der Kraftstoffmenge gesteuert werden, ist es jedoch möglich, daß nur einer oder mehrere dieser Vorgänge zusammen mit den ihnen bekannten Ausführungen angewendet werden.

Es ist noch zu erwähnen, daß bekanntlich sich die verschiedenen Kreisprozesse in den Verbrennungsmotoren hauptsächlich in dem Zeitpunkt unterscheiden, bei dem das Gemisch aus Kraftstoff und Luft verbrannt wird. Es liegt daher nahe, daß allein durch Vorverlegen des Ausblasbeginns um ca. 20° KW die Verdampferdüse für den Betrieb in den sogenannten "Hybrid-Prozesse" geeignet macht, und sich bei einer Vorverlegung des Ausblasbeginns um ca. 50° KW die Verdampferdüse für den Betrieb in den "Otto-Motoren" eignet.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Einbringen von insbesondere selbstzündendem Kraftstoff in einen Brennraum einer Ein- oder Mehrzylinderbrennkraftmaschine

mittels einer Einspritz- oder Verdampferdüse für dosiert zugeführten Kraftstoff bestehend aus dem Düsengehäuse (1), Abgasspeicherraum (2), Düsenkörper (3), Verdampferkammer (4) und einer Düsen-  
 5 nadel, dadurch gekennzeichnet, daß die, Infolge Kraftstoffzufuhr entstehende Hubbewegung des oberen Nadelteils (5, 32) von seinem Sitz über eine Lageführung (22) eine vorgegebene Drehbewegung des mittleren (6) und unteren Nadelteils (7, 33) bewirkt.  
 10 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dosierter Kraftstoff zunächst in einem zufolge Erhebung des oberen Nadelteils (5, 32) von seinem Sitz entstehenden Kraftstoffansammlungsraum (25) gespeichert wird, wobei jede Mengen-  
 15 zunahme des gespeicherten Kraftstoffs eine lineare Hubbewegung des oberen Nadelteils (5) hervorruft.  
 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Drehwinkelverschiebung des mittleren Nadelteils (6), entsprechend einer bestimmten Kraftstoffmenge im Ansammlungsraum (25), die Einspritzlöcher (24) von dem  
 20 oberen Nadelteil (5, 32) offengelegt werden, wodurch die Kraftstoffeinspritzung beginnt.  
 4. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Düsenkörper (3) eine Hubbegrenzung des oberen Nadelteils (5, 32) vorgesehen ist, welche die Düsen-  
 25 nadel (5, 6 und 7 oder 32 und 33) während des Einspritzens in einer Wartestellung festhält, bis der Kraftstoffansammlungsraum (25) sich zu entleeren beginnt.  
 5. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Lageführung (22), nach Erreichen des maximalen Hubes, eine Kontour besitzt, welche zu Beginn des Sinkens des oberen Nadel-  
 30 teils (5) und der Entleerung des Kraftstoffansammlungsraums (25) eine weitere Drehung des mittleren Nadelteils (6) in der gleichen oder entgegengesetzten Drehrichtung wie bei der Aufstiegs-  
 35 bewegung verursacht.  
 6. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Aufstiegs- und Fallast der Lageführung (22), welche zusammen einen Kreisprozeß darstellen, sich am Umfang entsprechend der Zahl der Kreisprozesse je Umdrehung des mittleren Nadelteils (6) wiederholen.  
 40 7. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Aufstiegs- und Fallast der Lageführung (22) eine und dieselben Oberfläche sind, und eine Hin- und Zurückdrehung hervorrufen.  
 8. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der obere Nadelteil (5, 32) über eine Kopplung (23) und eventuell einen mittleren Nadelteil (6) in einen unteren Nadelteil (7, 33) in der Verdampferkammer (4) übergeht und die Verdampferkammeröffnungen (29) und (9) zum Brennraum (30) und den Abgasströmungskanal (10) zum Abgasspeicherraum (17) zuschließt.  
 50 9. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Kraftstoffförderung zum Beginn des Verdichtungshubs vorverlegt wird, wobei kurz nach Beginn der Kraftstoffförderung der Abgasströmungskanal (10) zum Abgasspeicherraum (17) und der Abgasströmungskanal (29) zum Brennraum (30) von dem Abgasströmungskanal (28) am unteren Nadelteil (7, 33) zu-

sammenverbunden wird, wodurch der Abgasspeicherraum zum Brennraum (30) geöffnet wird.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnungsgröße und Form der Abgasströmungskanäle (10), (28) und (29) so ausgelegt sind, daß sie erst nach dem oberen Totpunkt durch weiteres Drehen in gleicher oder entgegengesetzter Richtung geschlossen werden.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der untere Nadelteil (33) einen von den Abgasen beheizten Innenraum (41) besitzt, welche von der einen Seite mit dem Abgasspeicherraum (17) über einen Kanal (42) verbunden wird, und von der anderen Seite über ein Abgasrückführungsventil (18) mit dem Verdampfungsraum (16) angeschlossen ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 9 und 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Dampfausblasöffnungen (9) und die Dampfausströmkanäle (27) in Größe und Lage so zueinander untergebracht sind, daß die Dampfausblasöffnungen (9) zu den gewünschten Kurbelwellenwinkeln geöffnet und wiedergeschlossen werden.

13. Vorrichtung nach Anspruch 1, 6 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß der obere Nadelteil (32) der Druckkraft eines eingeschlossenen Gaspolsters ausgesetzt ist, wobei der Kraftstoff den oberen Nadelteil (32) während der Hubbewegung im Anstiegsast gegen diese Druckkraft des Gaspolsters bewegt und dabei das Gaspolster verdichtet, und wobei der Kraftstoff selbst während des Fallasts von dieser Druckkraft des Gaspolsters über dem oberen Nadelteil zurückgepumpt wird.

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen



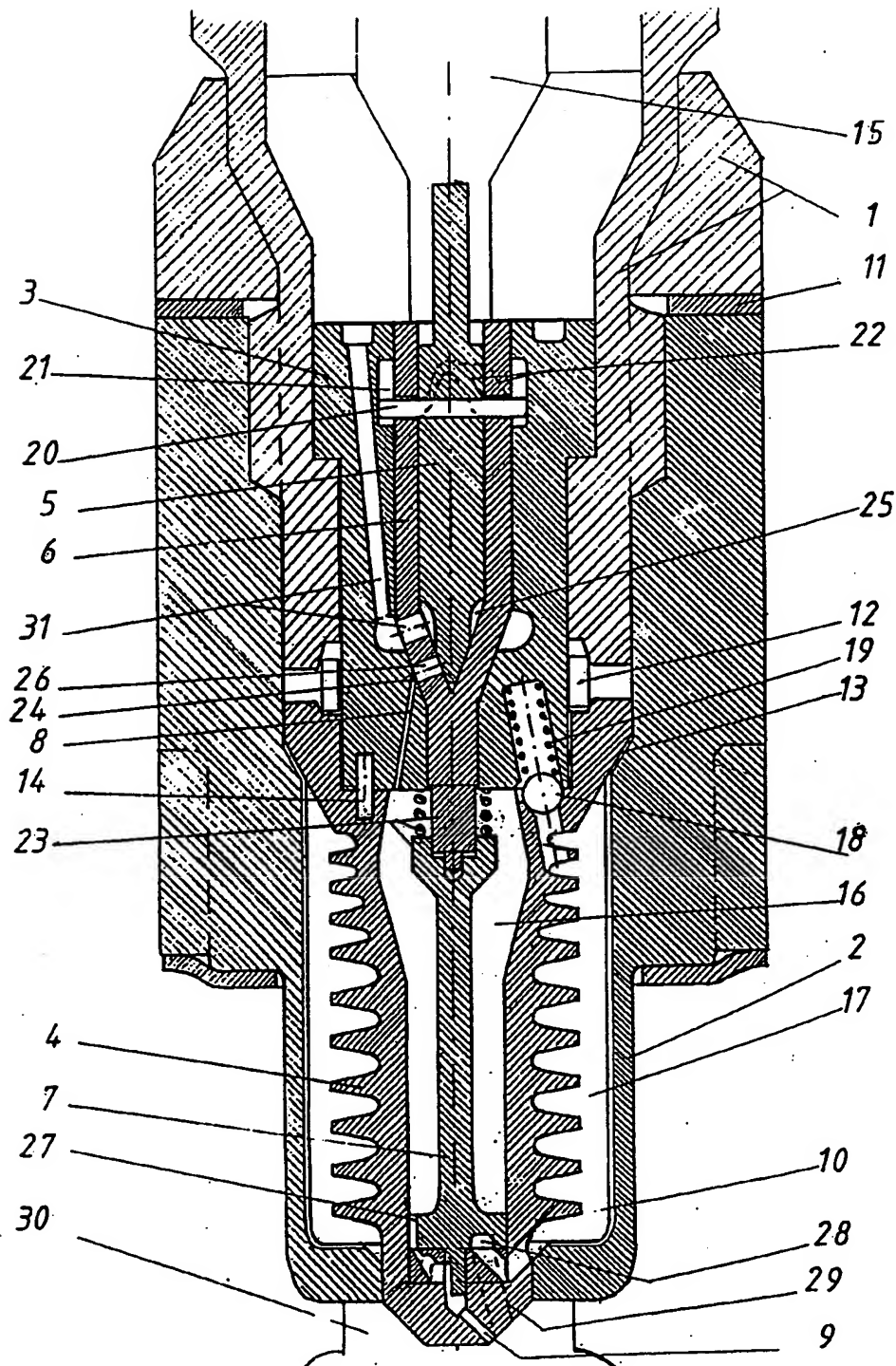


Fig. 1

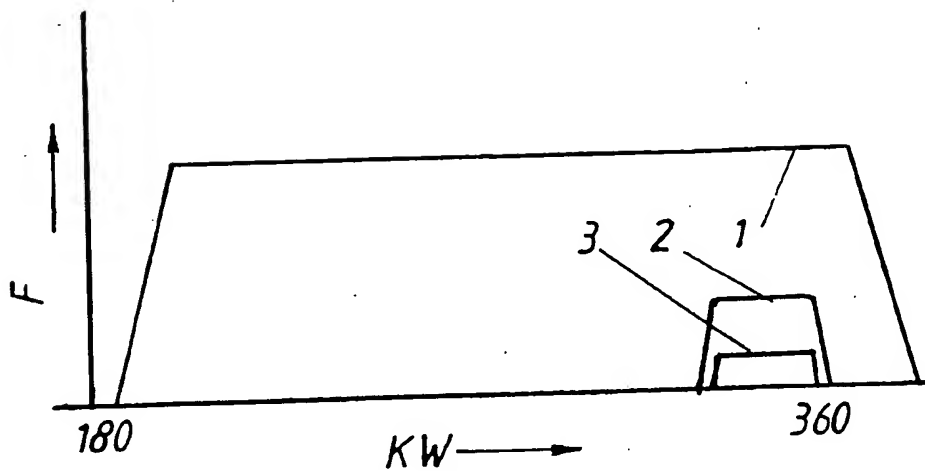


Fig. 2

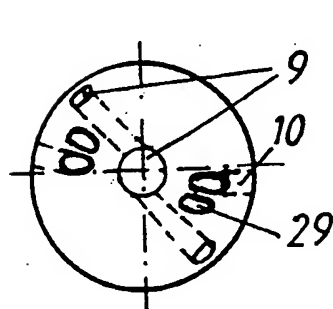
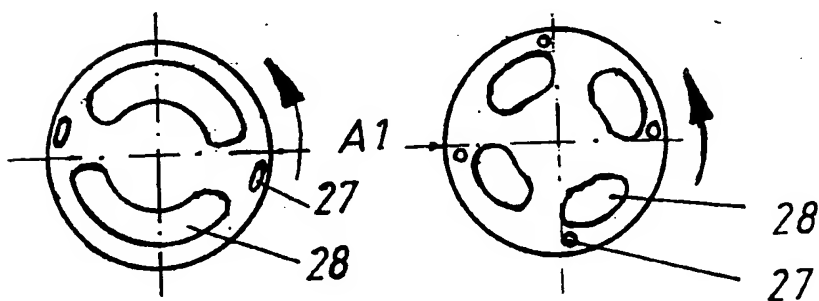


Fig. 4

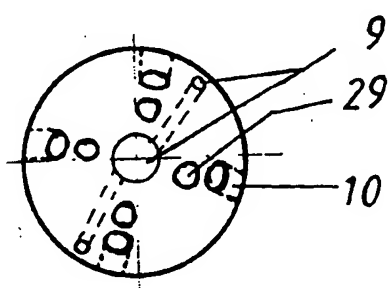


Fig. 3



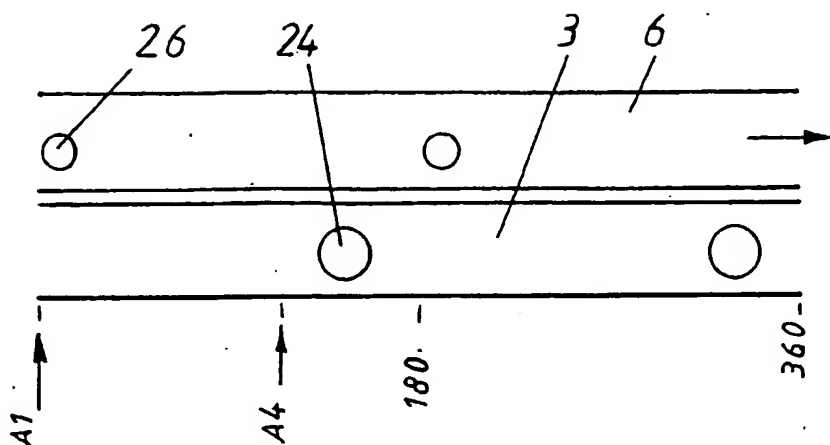


Fig. 5

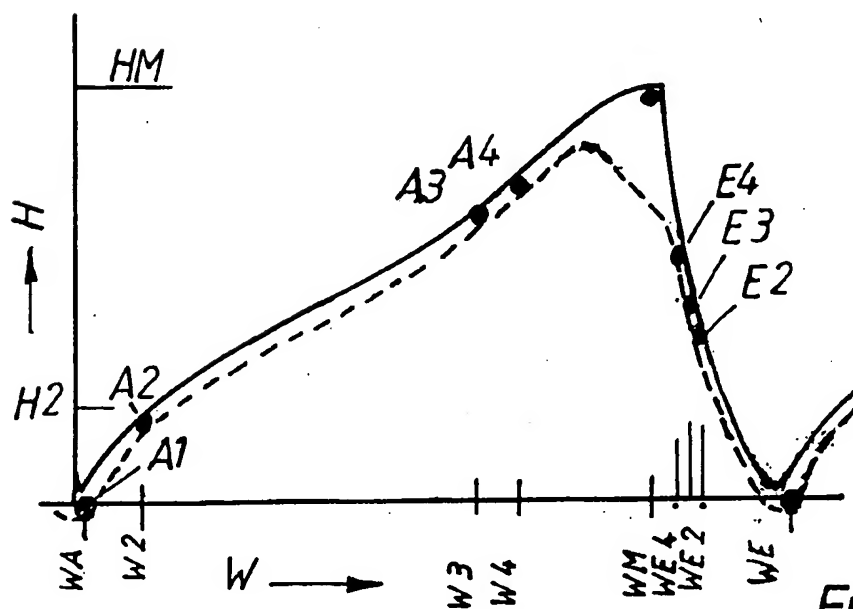
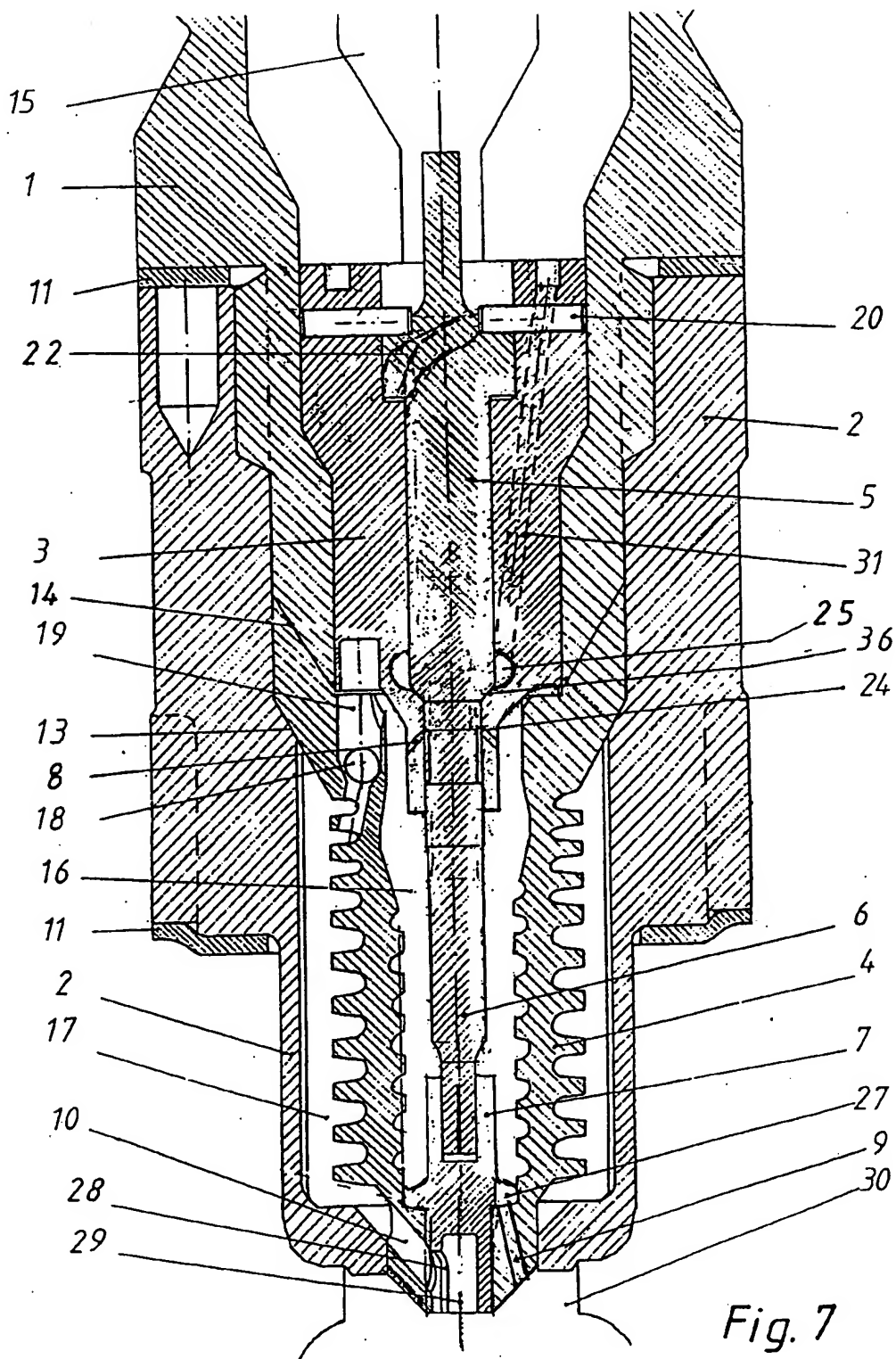


Fig. 6



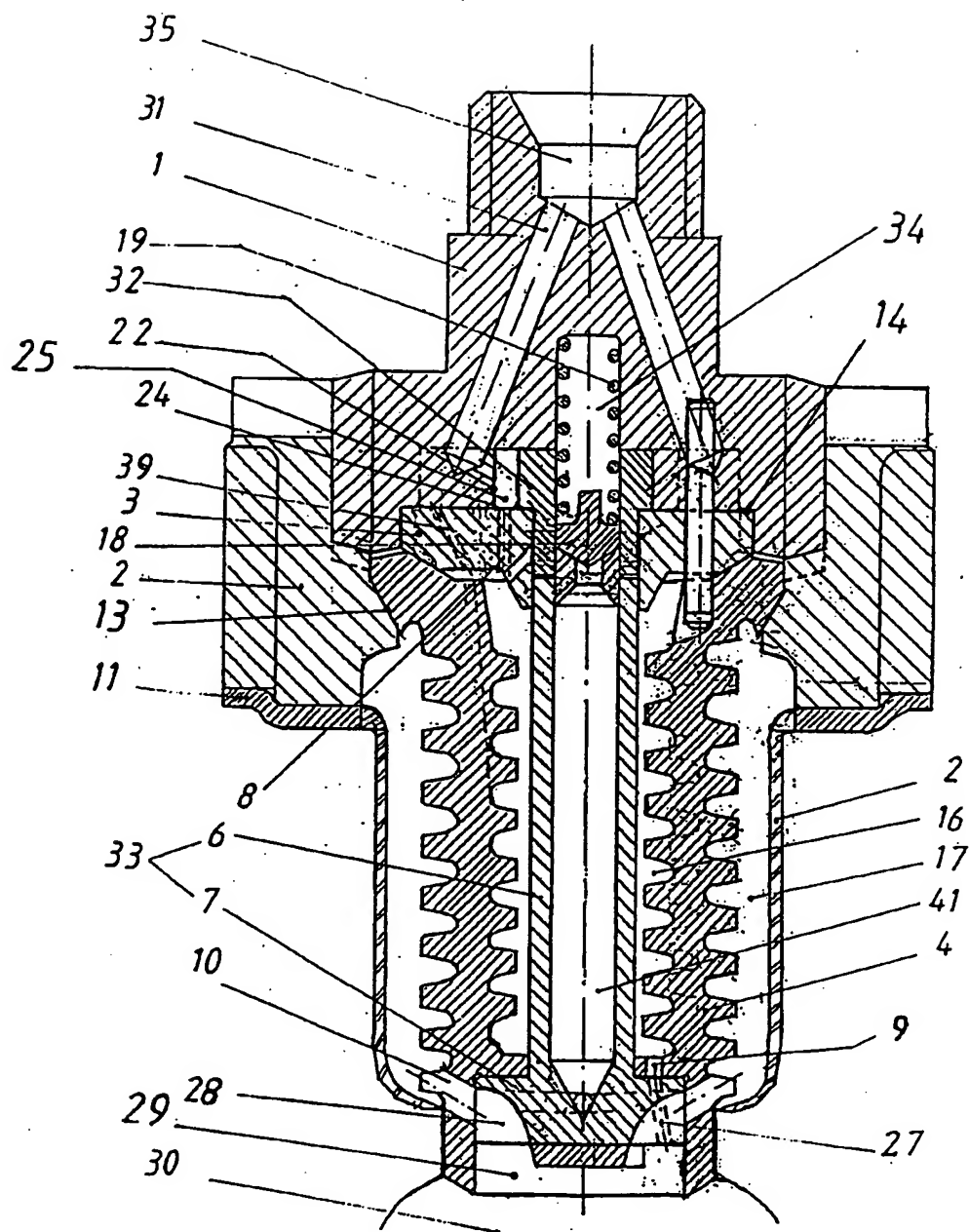


Fig. 8

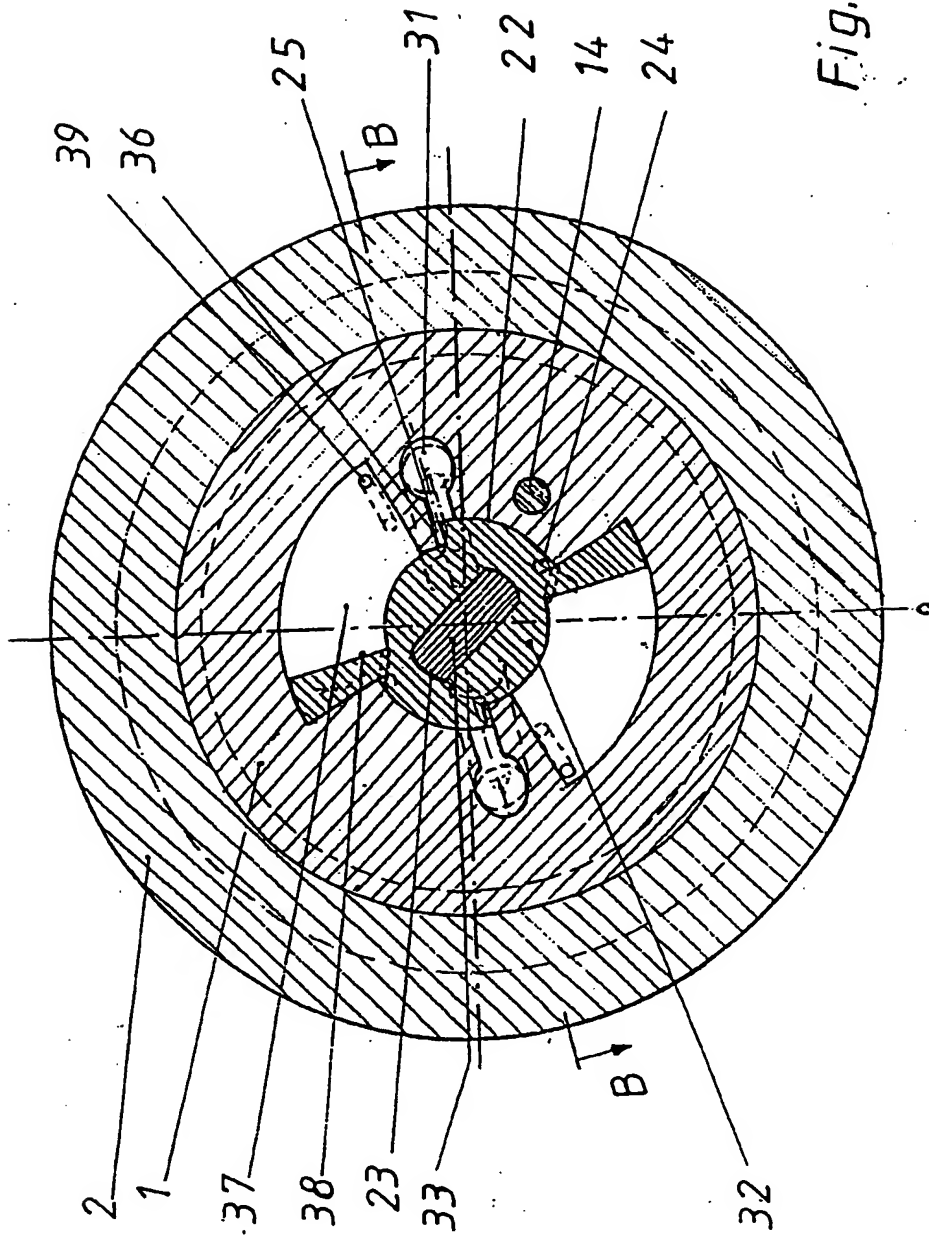


Fig. 9

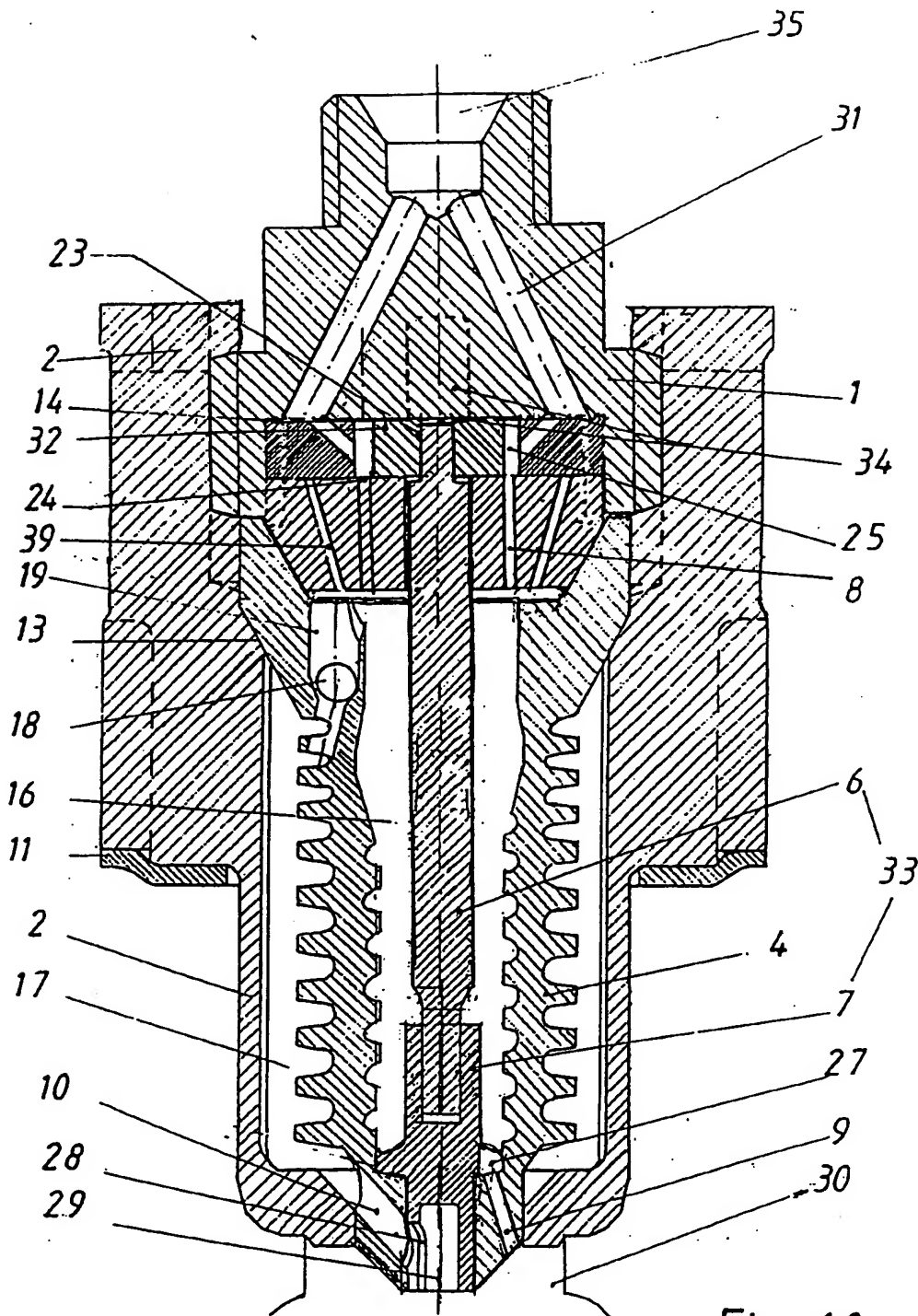


Fig. 10

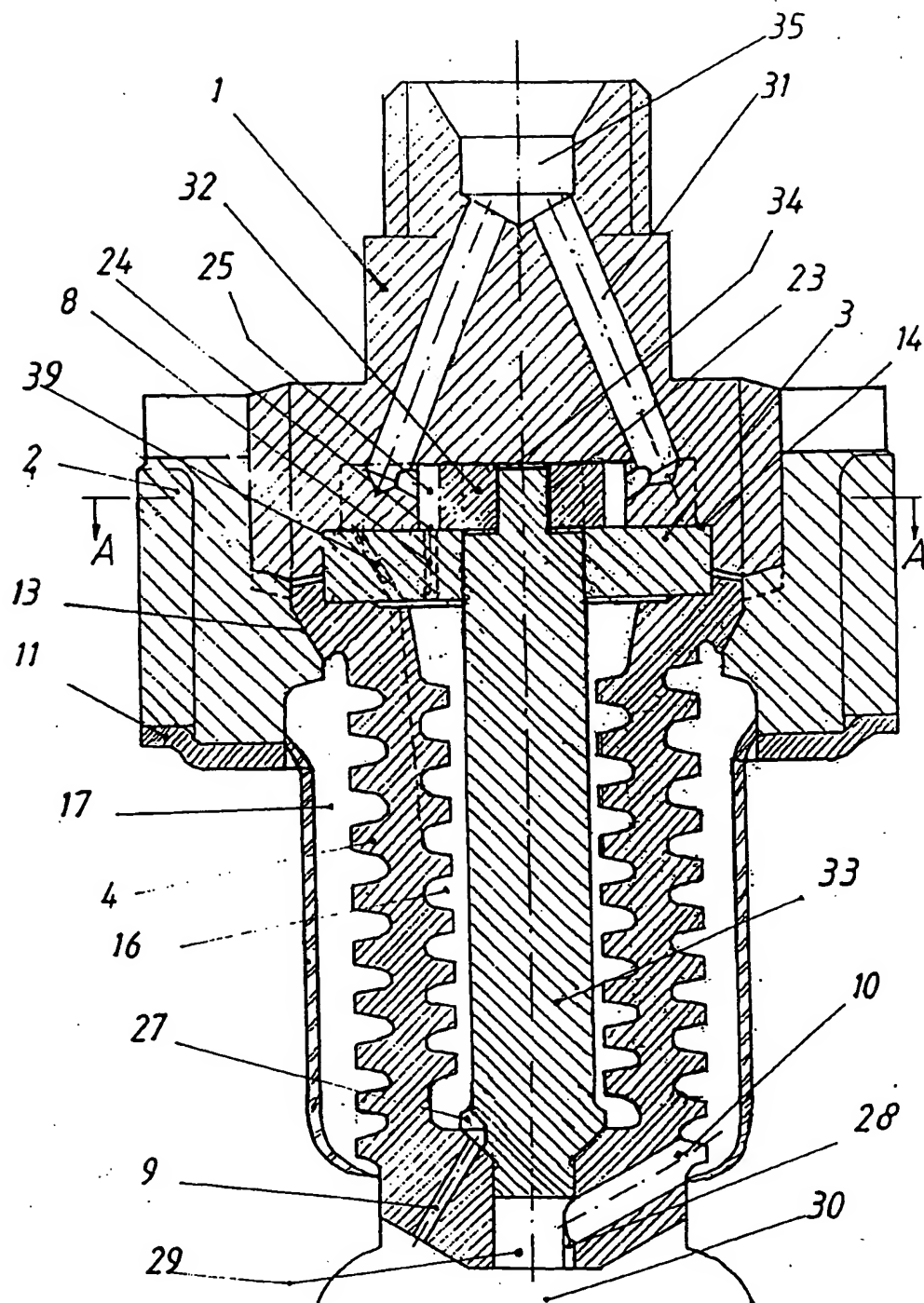


Fig. 11

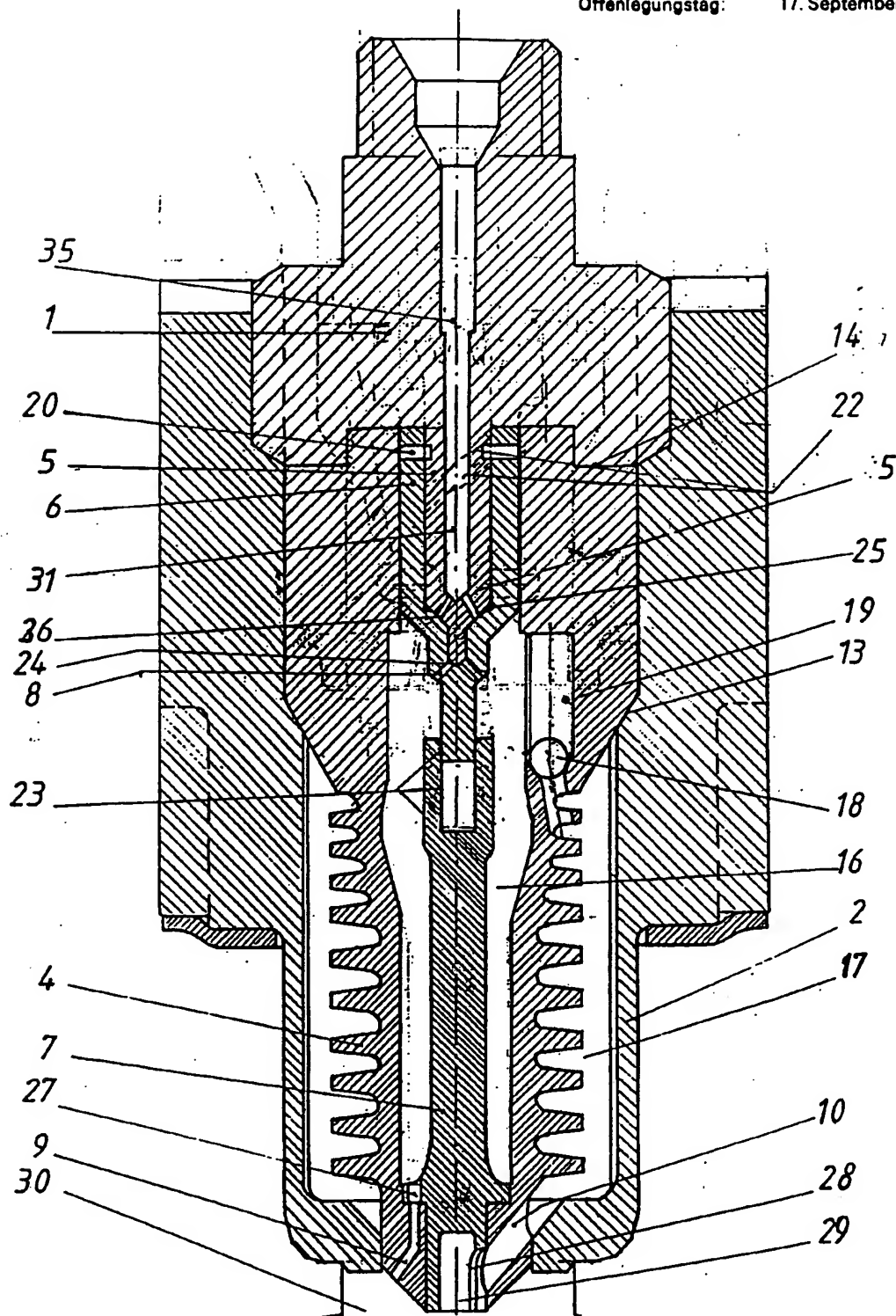
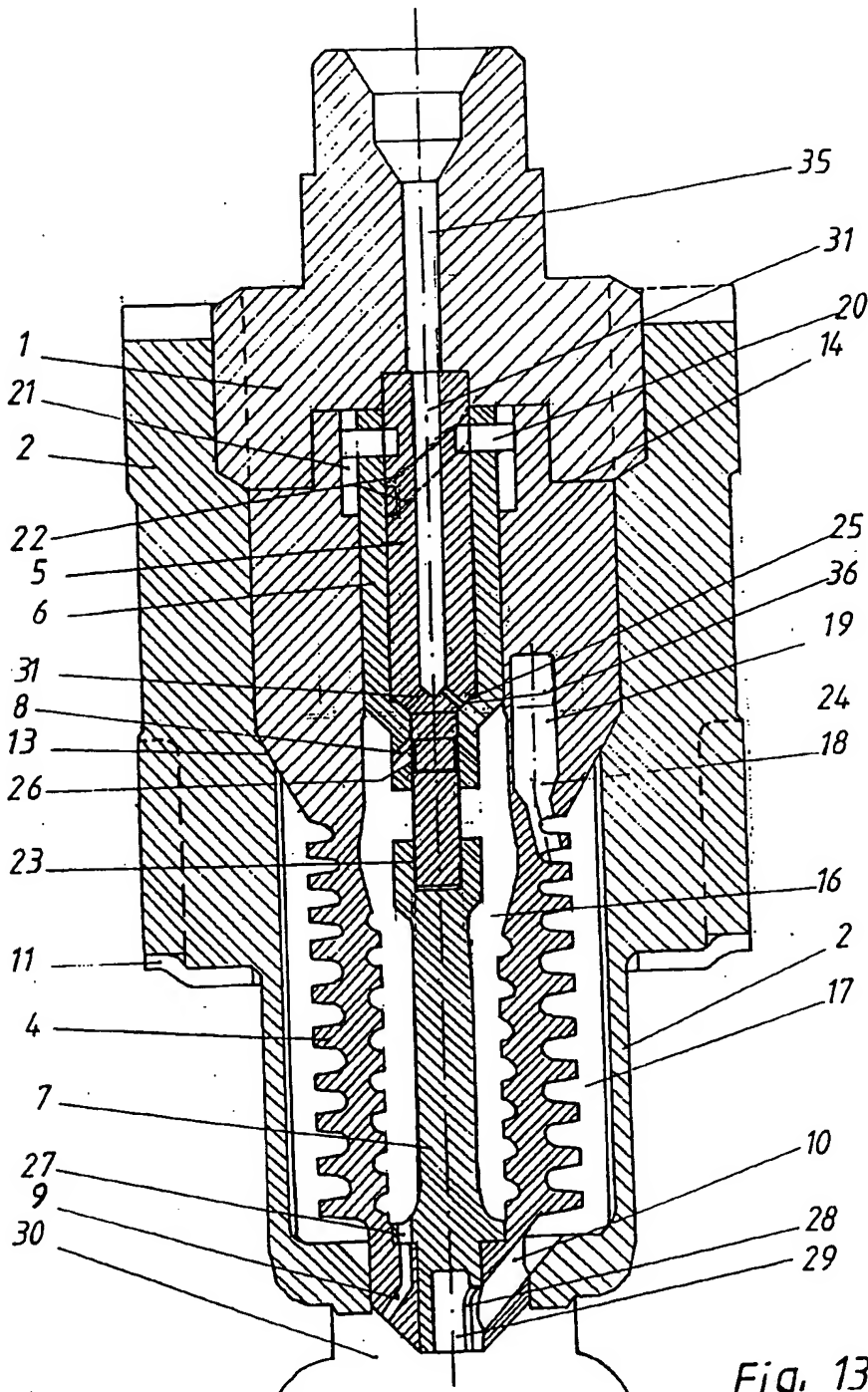


Fig 12





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**